

特許特-03155534

1 ページ
3-03051-TS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3155534号
(P3155534)

(45) 発行日 平成13年4月9日(2001.4.9)

(24) 登録日 平成13年2月2日(2001.2.2)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 2 K 3/04
3/28
19/22

H 0 2 K 3/04
3/28
19/22

E
N

請求項の数14(全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2000-11704(P2000-11704)

(22) 出願日 平成12年1月20日(2000.1.20)

審査請求日 平成12年1月20日(2000.1.20)

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大橋 篤志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

三菱電機株式会社内

(72) 発明者 足立 克己

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

審査官 小川 恭司

(56) 参考文献 特開 平11-98788 (J P, A)

特開2000-125512 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流発電機の固定子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、

上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アセンブリで構成され、

上記巻線アセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにずらされたパターンに形成さ

れた2本の上記素線を、互いに上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずつずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、

上記巻線アセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように、かつ、上記第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、

上記固定子巻線は、毎極毎相 n 個のスロットを有する各相が電気角で 120 度位相差のある3相交流巻線に構成され、

上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とがそれぞれ同一番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が $4n$ 以上のスロットピッチで配置されていることを特徴とする交流発電機の固定子。

【請求項2】 軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、

上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アセンブリで構成され、

上記巻線アセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにずらされたパターンに形成された2本の上記素線を、互いに上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずつずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、

上記巻線アセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように、かつ、上記第1巻線と電気角で 180 度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、

上記固定子巻線は、毎極毎相 n 個のスロットを有する各相が電気角で 120 度位相差のある3相交流巻線に構成され、

上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とが隣り合う相間で異なる番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が $2n$ 以上のスロットピッチで配置されていることを特徴とする交流発電機の固定子。

【請求項3】 上記複数の巻線は複数組の上記巻線アセンブリで構成され、複数組の上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線群又は上記第2巻線群の同一巻線群内の巻線が隣接番地で渡り結線されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の交流発電

機の固定子。

【請求項4】 2組の上記巻線アセンブリが上記固定子鉄心に径方向に2列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第2巻線を直列に結線して4ターンの巻線に構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項5】 上記3相交流巻線の各相は、2組の上記巻線アセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が2カ所の隣接番地渡り結線により結線され、かつ、一方の組の上記巻線アセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の同一番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されていることを特徴とする請求項4記載の交流発電機の固定子。

【請求項6】 上記3相交流巻線の各相は、各組の上記巻線アセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端がそれぞれ1カ所の同一番地渡り結線により結線され、かつ、2組の上記巻線アセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の隣接番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されていることを特徴とする請求項4記載の交流発電機の固定子。

【請求項7】 3組の上記巻線アセンブリが上記固定子鉄心に径方向に3列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第2巻線を直列に結線して6ターンの巻線に構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項8】 上記同一番地渡り結線が渡り結線用金属製ターミナルを用いて行われていることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項9】 上記3相交流巻線の中性点を構成する巻線端が中性点結線用金属製ターミナルを用いて結線されていることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項10】 中性点引き出しリードが上記中性点結線用金属製ターミナルに一体に形成されていることを特徴とする請求項9記載の交流発電機の固定子。

【請求項11】 上記渡り結線用金属製ターミナルと上記中性点結線用金属製ターミナルとが絶縁性樹脂により一体化されていることを特徴とする請求項9又は請求項10記載の交流発電機の固定子。

【請求項12】 上記第1および第2巻線の結線がアーク溶接により行われていることを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項13】 上記素線の断面形状が略扁平形状であることを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【請求項14】 上記固定子巻線のコイルエンドが絶縁性樹脂によりモールドされていることを特徴とする請求

項1乃至請求項13のいずれかに記載の交流発電機の固定子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば内燃機関により駆動される交流発電機の固定子に関し、特に、乗用車、トラック等の乗り物に搭載される車両用交流発電機の固定子構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図22は例えば日本特許第2927288号に記載された従来の車両用交流発電機の固定子の要部を示す側面図、図23は図22に示された従来の車両用交流発電機の固定子に適用される導体セグメントを示す斜視図、図24および図25はそれぞれ図22に示された従来の車両用交流発電機の固定子の要部をフロント側およびリヤ側から見た斜視図である。図22乃至図25において、固定子50は、固定子鉄心51と、固定子鉄心51に巻装された固定子巻線52と、スロット51a内に装着されて固定子巻線52を固定子鉄心51に対して絶縁するインシュレータ53とを備えている。固定子鉄心51は、薄い鋼板を重ねて積層された円筒状の積層鉄心であり、軸方向に延びるスロット51aが内周側に開口するように所定ピッチで周方向に複数設けられている。ここでは、回転子（図示せず）の磁極数（16）に対応して、3相の巻線を2組収容するように、96本のスロット51aが形成されている。固定子巻線52は、多数の短尺の導体セグメント54を接合して所定の巻線パターンに構成されている。

【0003】導体セグメント54は、絶縁被覆された矩形断面の銅線材を略U字状に成形したもので、6スロット（1磁極ピッチ）離れた2つのスロット51a毎に、軸方向のリヤ側から2本ずつ挿入されている。そして、導体セグメント54のフロント側に延出する端部同士が接合されて固定子巻線52を構成している。

【0004】具体的には、6スロット離れた各組のスロット51aにおいて、1本の導体セグメント54が、リヤ側から、1つのスロット51a内の外周側から1番目の位置と、他のスロット51a内の外周側から2番目の位置とに挿入され、もう1本の導体セグメント54が、リヤ側から、1つのスロット51a内の外周側から3番目の位置と、他のスロット51a内の外周側から4番目の位置とに挿入されている。そこで、各スロット51a内では、導体セグメント54の直線部54aが径方向に1列に4本並んで配列されている。そして、1つのスロット51a内の外周側から1番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bと、そのスロット51aから時計回りに6スロット離れた他のスロット51a内の外周側から2番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bとが接合されて、2ターンの外層巻線が形成されている。さらに、

1つのスロット51a内の外周側から3番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bと、そのスロット51aから時計回りに6スロット離れた他のスロット51a内の外周側から4番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bとが接合されて、2ターンの内層巻線が形成されている。さらに、6スロット離れた各組のスロット51aに挿入された導体セグメント54で構成される外層巻線と内層巻線とが直列に接続されて、4ターンの1相分の巻線が形成されている。同様にして、導体セグメント54の挿入されるスロット位置を1スロットずつずらして、それぞれ4ターンの巻線が6相分形成されている。そして、これらの巻線は3相分ずつ交流結線されて、2組の3相交流巻線からなる固定子巻線52を構成している。

【0005】このように構成された従来の固定子50においては、固定子鉄心51のリヤ側では、同じ組のスロット51aに挿入された2本の導体セグメント54のターン部54cが径方向に並んで配列されている。その結果、ターン部54cが周方向に2列に配列されて、リヤ側のコイルエンド群を構成している。一方、固定子鉄心51のフロント側では、1つのスロット51a内の外周側から1番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bと6スロット離れたスロット51a内の外周側から2番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bとの接合部と、1つのスロット51a内の外周側から3番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bと6スロット離れたスロット51a内の外周側から3番目の位置からフロント側に延出した導体セグメント54の端部54bとの接合部とが、径方向に並んで配列されている。その結果、端部54b同士の接合部が周方向に2列に配列されて、フロント側のコイルエンド群を構成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この従来の車両用交流発電機の固定子50では、以上のように、固定子巻線52が、略U字状に成形された短尺の導体セグメント54を固定子鉄心51のスロット51aにリヤ側から挿入し、フロント側に延出する導体セグメント54の端部54b同士を接合して構成されている。そこで、半田付けや溶接によって絶縁被膜が消失された端部54b同士の接合部を周方向に配列してフロント側のコイルエンド群が構成されているので、被水により腐蝕しやすいコイルエンド構造となっており、耐腐食性が極めて低くなっていた。また、コイルエンド群は、96カ所の接合部を2列に、即ち192カ所の接合部から構成されているので、接合部同士が短絡しやすい構造となっており、短絡事故が発生しやすかった。また、多数の短尺の導体セグメント54を固定子鉄心51に挿入し、かつ、端部54b同士を溶接、半田付け等により接合しなければなら

ず、著しく作業性が低下してしまっていた。また、導体セグメント54のスロット51aへの押し込み量は固定子鉄心51の軸方向長さ以上を必要とし、絶縁被膜に傷を付けやすく、製品後の品質を低下させていた。さらに、端部54b同士の接合時に、半田垂れや溶接融けによる接合部間の短絡が頻発し、量産性が著しく低下していた。

【0007】また、従来の固定子50においては、導体セグメント54の端部54b同士は、その一部を治具でクランプし、その頂点を半田付けや溶接して接合されていた。そこで、治具によるクランプ面積が必要となる上に、半田付け部や溶接部の膨れが生じるので、コイルエンド高さが高くなるとともに、接合部間も狭くなっていた。また、導体セグメント54の端部54b同士を溶接した場合、溶接時の温度上昇により導体セグメント54が軟化して、固定子としての剛性が低下してしまう。その結果、従来の固定子50を車両用交流発電機に搭載した場合、コイルエンド部のコイルの漏れリアクタンスが増えて、出力が悪化し、また通風抵抗が増加して、風騒音が悪化し、さらに剛性が低下して、磁気騒音の低減効果が少なくなってしまうていた。

【0008】この発明は、上記のような従来の技術の課題に鑑み、連続線からなる1ターンの巻線を複数配列して構成した巻線アセンブリを用い、コイルエンドにおける接合力を著しく低減して耐腐食性および絶縁性が高められ、かつ、巻線の固定子鉄心への巻装性を高めて組立性および生産性が向上されるとともに、3相交流巻線を構成する巻線間の結線部の配置を工夫し、結線部間の短絡を未然に防止して信頼性の向上が図られる交流発電機の固定子を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係る交流発電機は、軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる長尺の素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アセンブリで構成され、上記巻線アセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにずらされたパターンに形成された2本の上記素線を、互いに上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずつずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、上記巻線アセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内

でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように、かつ、上記第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、上記固定子巻線は、毎極毎相n個のスロットを有する各相が電気角で120度位相差のある3相交流巻線に構成され、上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とがそれぞれ同一番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が4n以上のスロットピッチで配置されているものである。

【0010】また、軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アセンブリで構成され、上記巻線アセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにずらされたパターンに形成された2本の上記素線を、互いに上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずつずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、上記巻線アセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように、かつ、上記第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、上記固定子巻線は、毎極毎相n個のスロットを有する各相が電気角で120度位相差のある3相交流巻線に構成され、上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とが隣り合う相間で異なる番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が2n以上のスロットピッチで配置されているものである。

【0011】また、上記複数の巻線は複数組の上記巻線

アッセンブリで構成され、複数組の上記巻線アッセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線群又は上記第2巻線群の同一巻線群内の巻線が隣接番地で渡り結線されているものである。また、2組の上記巻線アッセンブリが上記固定子鉄心に径方向に2列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第2巻線を直列に結線して4ターンの巻線に構成されているものである。

【0012】また、上記3相交流巻線の各相は、2組の上記巻線アッセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が2カ所の隣接番地渡り結線により結線され、かつ、一方の組の上記巻線アッセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の同一番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されているものである。

【0013】また、上記3相交流巻線の各相は、各組の上記巻線アッセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端がそれぞれ1カ所の同一番地渡り結線により結線され、かつ、2組の上記巻線アッセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の隣接番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されているものである。

【0014】また、3組の上記巻線アッセンブリが上記固定子鉄心に径方向に3列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第2巻線を直列に結線して6ターンの巻線に構成されているものである。

【0015】また、上記同一番地渡り結線が渡り結線用金属製ターミナルを用いて行われているものである。

【0016】また、上記3相交流巻線の中性点を構成する巻線端が中性点結線用金属製ターミナルを用いて結線されているものである。

【0017】また、中性点引き出しリードが上記中性点結線用金属製ターミナルに一体に形成されているものである。

【0018】また、上記渡り結線用金属製ターミナルと上記中性点結線用金属製ターミナルとが絶縁性樹脂により一体化されているものである。

【0019】また、上記第1および第2巻線の結線がアーク溶接により行われているものである。

【0020】また、上記素線の断面形状が略扁平形状である。

【0021】また、上記固定子巻線のコイルエンドが絶縁性樹脂によりモールドされているものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の構成を示す断面図、図2はこの車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図3はこの車両用交

流発電機の固定子の要部を示す正面図、図4はこの車両用交流発電機における固定子巻線の1相分の結線状態を説明する正面図、図5はこの車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図、図6はこの車両用交流発電機の固定子における3相交流結線用ターミナルを示す斜視図、図7はこの車両用交流発電機の回路図、図8および図9はそれぞれこの車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アッセンブリの製造工程を説明する図である。図10はこの車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アッセンブリを示す図であり、図10の(a)はその側面図、図10の(b)はその平面図である。図11はこの車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アッセンブリを示す図であり、図11の(a)はその側面図、図11の(b)はその平面図である。図12はこの車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の要部を示す斜視図、図13はこの車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の配列を説明する図である。図14はこの車両用交流発電機の適用される固定子鉄心の構造を説明する図であり、図14の(a)はその側面図、図14の(b)はその背面図である。図15はこの車両用交流発電機の適用される固定子の製造工程を説明する工程断面図、図16はこの車両用交流発電機の適用される固定子の製造工程を説明する工程断面図である。

【0023】図1において、車両用交流発電機は、ランドル型の回転子7がアルミニウム製のフロントブラケット1およびリヤブラケット2から構成されたケース3内にシャフト6を介して回転自在に装着され、固定子8が回転子7の外周側を覆うようにケース3の内壁面に固着されて構成されている。シャフト6は、フロントブラケット1およびリヤブラケット2に回転可能に支持されている。このシャフト6の一端にはブリー4が固着され、エンジンの回転トルクをベルト(図示せず)を介してシャフト6に伝達できるようになっている。回転子7に電流を供給するスリップリング9がシャフト6の他端部に固着され、一対のブラシ10がこのスリップリング9に摺接するようにケース3内に配設されたブラシホルダ11に収納されている。固定子8で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ18がブラシホルダ11に嵌着されたヒートシク17に接着されている。固定子8に電氣的に接続され、固定子8で生じた交流を直流に整流する整流器12がケース3内に装着されている。

【0024】回転子7は、電流を流して磁束を発生する回転子コイル13と、この回転子コイル13を覆うように設けられ、回転子コイル13で発生された磁束によって磁極が形成される一対のポールコア20、21とから構成される。一対のポールコア20、21は、鉄製で、それぞれ8つの爪形状の爪状磁極22、23が外周縁に周方向に等角ピッチで突設され、爪状磁極22、23を

かみ合わせるように対向してシャフト6に固着されている。さらに、ファン5が回転子7の軸方向の両端に固着されている。また、吸気孔1a、2aがフロントブラケット1およびリヤブラケット2の軸方向の端面に設けられ、排気孔1b、2bがフロントブラケット1およびリヤブラケット2の外周両肩部に固定子巻線16のフロント側およびリヤ側のコイルエンド群16a、16bの径方向外側に対向して設けられている。

【0025】固定子8は、図2および図3に示されるように、軸方向に延びるスロット15aが周方向に所定ピッチで複数形成された円筒状の積層鉄心から成る固定子鉄心15と、固定子鉄心15に巻装された固定子巻線16と、各スロット15a内に装着されて固定子巻線16と固定子鉄心15とを電氣的に絶縁するインシュレータ19とを備えている。そして、固定子巻線16は、径方向に2列に配設された2組の巻線アセンブリ90を備えている。巻線アセンブリ90は、1本の素線30が、固定子鉄心15の端面側のスロット15a外で折り返されて、所定スロット数毎にスロット15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように波巻きされて巻装された複数の巻線から構成されている。そして、3相交流結線用ターミナル100を用いて複数の巻線を3相交流結線し、後述する2組の3相交流巻線160を構成している。なお、図2および図3中、Oa、Ob、Oc、Na、Nb、Ncは、1組の3相交流巻線160の各相の口出し線および中性点を表し、Nabcは、1組の3相交流巻線160の中性点引き出し線を表し、Oa'、Ob'、Oc'、Na'、Nb'、Nc'は、もう1組の3相交流巻線160の各相の口出し線および中性点を表し、Na'b'c'は、もう1組の3相交流巻線160の中性点引き出し線を表している。また、 C_{1-1} は後述する1番地同士の同一番地渡り結線部を表し、 C_{2-3} は2番地と3番地との隣接番地渡り結線部を表している。ここでは、固定子鉄心15には、回転子7の磁極数(16)に対応して、2組の3相交流巻線160を収容するように、96本のスロット15aが等間隔に形成されている。即ち、毎極毎相のスロット数が2である。また、素線30には、例えば絶縁被覆された長方形の断面を有する長尺の銅線材が用いられる。

【0026】つぎに、1相分の固定子巻線161の巻線構造について図4を参照して具体的に説明する。1相分の固定子巻線161は、それぞれ1本の素線30からなる第1乃至第4巻線31～34から構成されている。そして、第1巻線31は、1本の素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の内周側から1番目の位置と内周側から2番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第2巻線32は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の内周側から2番目の位置と内周側から1番目の位置とを交互

に採るように波巻きして構成されている。第3巻線33は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の内周側から3番目の位置と内周側から4番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第4巻線34は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の内周側から4番目の位置と内周側から3番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。これにより、第1乃至第4巻線31～34は、それぞれ、1本の素線30を6スロット毎にスロット15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる1ターンの巻線を構成している。そして、各スロット15a内には、素線30が長方形断面の長手方向を径方向に揃えて径方向に1列に4本並んで配列されている。以降、スロット15aにおける素線30の位置を内周側から1番地、2番地、3番地および4番地と呼ぶ。なお、図示していないが、素線30が巻装されるスロット15aを1つずつずらして6相分の固定子巻線161が形成されている。

【0027】そして、固定子鉄心15の一端側において、スロット番号の67番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の61番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、ついで、スロット番号の61番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の55番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、さらに、スロット番号の61番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の55番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{1-1})される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンの1相分の固定子巻線161、即ちa相の巻線が形成される。この時、スロット番号の67番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の61番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが、a相の巻線の口出し線(Oa)および中性点(Na)となる。

【0028】同様に、図5に示されるように、スロット番号が5番、11番・・・95番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の59番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の53番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、ついで、スロット番号の53番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の47番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、さらに、スロット番号の53番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の47番の1番地から延

出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのb相の巻線が形成される。また、スロット番号の59番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の53番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが、b相の巻線の口出し線（Ob）および中性点（Nb）となる。

【0029】さらに、図5に示されるように、スロット番号が3番、9番・・・93番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の51番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の45番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の45番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の39番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、さらに、スロット番号の45番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aと、スロット番号の39番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのc相の巻線が形成される。また、スロット番号の51番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の45番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bとが、c相の巻線の口出し線（Oc）および中性点（Nc）となる。

【0030】このように形成されたa相の巻線、b相の巻線およびc相の巻線では、各相の同一番地渡り結線 C_{1-1} は、結線番地が同じ1番地であり、かつ、8スロットピッチに設けられている。また、3つの口出し線Ob、Ocが8スロットピッチに設けられ、さらに、3つの中性点Na、Nb、Ncも8スロットピッチに設けられている。

【0031】また、スロット番号が2番、8番・・・92番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してa'相の巻線が形成され、スロット番号が6番、12番・・・96番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してb'相の巻線が形成され、スロット番号が4番、10番・・・94番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してc'相の巻線が形成されている。

【0032】ついで、同一番地渡り結線および中性点結線について説明する。これらの同一番地渡り結線および中性点結線は、図6に示される3相交流結線用ターミナル100を用いて行われる。3相交流結線用ターミナル100は、図6に示されるように、中性点結線用金属製ターミナル101と、3つの渡り結線用金属製ターミナ

ル102とから構成されている。中性点結線用金属製ターミナル101は、矩形断面を有する銅などの金属棒を折り曲げ加工して作製され、3つの接合片101aと1つの中性点引き出しリード101bが設けられている。そして、接合片101aは、3つの中性点Na、Nb、Ncに対応して周方向に8スロットピッチで設けられている。また、渡り結線用金属製ターミナル102は、矩形断面を有する銅などの金属棒を両端に接合片102aを有するようにコ字状に折り曲げて作製されている。そして、3つの渡り結線用金属製ターミナル102が、周方向に8スロットピッチで配列されるように中性点結線用金属製ターミナル101に絶縁性樹脂103により一体化されている。

【0033】そして、第1巻線31の巻線端31bと第3巻線の巻線端33aとの側面同士を密接させた後、巻線端31b、33aを固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合し、また第2巻線32の巻線端32bと第4巻線の巻線端34aとの側面同士を密接させた後、巻線端32b、34aを固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合して、各相の隣接番地渡り結線を行う。ついで、各接合片101aとa相、b相およびc相の巻線の中性点Na、Nb、Ncとの側面同士が密接するように3相交流結線用ターミナル100を固定子鉄心15の一端側に配置し、各接合片101aと中性点Na、Nb、Ncとが固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合される。また、a相の巻線の第1および第2巻線31、32の巻線端31a、32aと接合片102aとの側面同士を密接させ、巻線端31a、32aと接合片102aとが固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合され、同一番地渡り結線される。同様に、b相、c相の巻線の第1および第2巻線31、32の巻線端31a、32aと接合片102aとがアーク溶接により溶融接合され、同一番地渡り結線される。これにより、a相、b相およびc相の巻線からなる3相交流巻線160が得られる。そして、中性点Na、Nb、Ncは中性点結線用金属製ターミナル101により電気的に接続され、1本の中性点引き出しリード101bにまとめられている。

【0034】さらに、各接合片101aとa'相、b'相およびc'相の巻線の中性点Na'、Nb'、Nc'との側面同士が密接するように3相交流結線用ターミナル100を固定子鉄心15の一端側に配置し、各接合片101aと中性点Na'、Nb'、Nc'とが固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合される。また、a'相の巻線の第1および第2巻線31、32の巻線端31a、32aと接合片102aとの側面同士を密接させ、巻線端31a、32aと接合片102aとが固定子鉄心15の一端側からアーク溶接により溶融接合され、同一番地渡り結線される。同様に、b'相、c'相の巻線の第1および第2巻線31、32の巻線端31

a、32aと接合片102aとがアーク溶接により溶融接合され、同一番地渡り結線される。そして、中性点Na'、Nb'、Nc'は中性点結線用金属製ターミナル101により電氣的に接続され、1本の中性点引き出しリード101bにまとめられている。

【0035】これにより、図2および図3に示されるように、固定子鉄心15に巻装された巻線を3相交流結線用ターミナル100を用いて交流結線した2組の3相交流巻線160からなる固定子巻線16を備えた固定子8が得られる。各組の3相交流巻線160は、3相分の固定子巻線161が互いに電気角で120度の位相差をもつように星型結線されたものである。また、2組の3相交流巻線160は、互いに30度の位相差をもって固定子鉄心15に巻装されている。そして、2組の3相交流巻線160は、図7に示されるように、それぞれ整流器12に接続されている。各整流器12の直流出力は並列に接続されて合成される。また、各3相交流巻線160の中性点は、ダイオード29を介して整流器12の直流出力端子に接続されている。

【0036】ここで、第1乃至第4巻線31~34を構成するそれぞれの素線30は、1つのスロット15aから固定子鉄心15の端面側に延出し、折り返されて6スロット離れたスロット15aに入るように波巻きに巻装されている。それぞれの素線30は、6スロット毎に、スロット深さ方向（径方向）に関して、内層と外相とを交互に採るように巻装されている。そして、第1巻線31と第2巻線32とは電気角で180度ずれて反転巻装されている。同様に、第3巻線33と第4巻線34とは電気角で180度ずれて反転巻装されている。また、固定子鉄心15の端面側に延出して折り返された素線30のターン部30aがコイルエンドを形成している。そこで、固定子鉄心15の両端において、ほぼ同一形状に形成されたターン部30aが周方向に、かつ、径方向に互いに離間して、2列となって周方向に整然と配列されてコイルエンド群16a、16bを形成している。

【0037】ついで、固定子8の組立方法について図8乃至図16を参照しつつ具体的に説明する。まず、図8に示されるように、12本の長尺の素線30を同時に同一平面上で雷状に折り曲げ形成する。ついで、図9に矢印で示されるように、直角方向に治具にて折り畳んでゆき、図10および図11に示される巻線アッセンブリ90A、90Bを作製する。この折り畳み工程において、特定の素線30を繰り出して渡り結線、口出し線および中性点のリード部を形成している。図10および図11中、巻線アッセンブリ90A、90Bの一方の側部に延出する複数の部位がリード部に相当している。なお、巻線アッセンブリ90A、90Bは、渡り結線、口出し線および中性点のリード部を除いて、同一に構成されている。そして、巻線アッセンブリ90A、90Bが装着された鉄心36を環状に成形しやすくするために、巻線ア

ッセンブリ90A、90Bは作製後300℃で10分間アニール処理される。なお、各素線30は、図12に示されるように、ターン部30aで連結された直線部30bが6スロットピッチ（6P）で配列された平面状パターンに折り曲げ形成されている。そして、隣り合う直線部30bが、ターン部30aにより、素線30の幅

（W）分ずらされている。巻線アッセンブリ90は、このようなパターンに形成された2本の素線30を図13に示されるように6スロットピッチずらして直線部30bを重ねて配列された素線対が1スロットピッチずつずらして6対配列されて構成されている。そして、素線30の端部が巻線アッセンブリ90A、90Bの両端の両側に6本ずつ延出されている。また、ターン部30aが巻線アッセンブリ90A、90Bの両側部に整列されて配列されている。なお、図13に示されるように6スロットピッチずらして直線部30bを重ねて配列された素線対は、電気角で180度ずれている。また、台形状のスロット36aが所定のピッチ（電気角で30度）で形成されたSPCC材を所定枚数積層し、その外周部をレーザ溶接して、図14に示されるように、直方体の鉄心36を作製する。

【0038】そして、図15の（a）に示されるように、インシュレータ19が鉄心36のスロット36aに装着され、2組の巻線アッセンブリ90A、90Bの各直線部を各スロット36a内に重ねて押し入れる。これにより、図15の（b）に示されるように、2組の巻線アッセンブリ90A、90Bが鉄心36に装着される。この時、素線30の直線部30bは、インシュレータ19により鉄心36と絶縁されてスロット36a内に径方向に4本並んで収納されている。ついで、鉄心36を丸め、その端面同士を当接させて溶接して、図15（c）に示されるように、円筒状の鉄心37を得る。鉄心36を丸めることにより、スロット36a（固定子鉄心のスロット15aに相当）は略矩形断面形状となり、その開口部36bは直線部30bのスロット幅方向寸法より小さくなる。その後、図16に示されるように、鉄心37がSPCC材を積層してなる円筒状の外装鉄心38に挿入された後、焼きバメして、鉄心37と外装鉄心38とが一体化された固定子鉄心15を得る。そして、同一素線30の端部同士を結線して、同一スロット群に巻装された第1乃至第4巻線31~34がそれぞれ1ターンの巻線を構成する。ついで、先に説明したように、巻線アッセンブリ90A、90Bの各リード部を切断し、隣接番地渡り結線した後、交流結線用ターミナル100を用いて同一番地渡り結線するとともに、中性点を結線して、2組の3相交流巻線160を得る。

【0039】このように構成された車両用交流発電機では、電流がバッテリー（図示せず）からブラシ10およびスリップリング9を介して回転子コイル13に供給され、磁束が発生される。この磁束により、一方のポール

コア20の爪状磁極22がN極に着磁され、他方のポールコア21の爪状磁極23がS極に着磁される。一方、エンジンの回転トルクがベルトおよびプーリ4を介してシャフト6に伝達され、回転子7が回転される。そこで、固定子巻線16に回転磁界が与えられ、固定子巻線16に起電力が発生する。この交流の起電力が整流器12を通して直流に整流されるとともに、その大きさがレギュレータ18により調整され、バッテリーに充電される。

【0040】そして、リヤ側においては、ファン5の回転により、外気が整流器12のヒートシンクおよびレギュレータ18のヒートシンク17にそれぞれ対向して設けられた吸気孔2aを通じて吸い込まれ、シャフト6の軸に沿って流れて整流器12およびレギュレータ18を冷却し、その後ファン5により遠心方向に曲げられて固定子巻線16のリヤ側のコイルエンド群16bを冷却し、排気孔2bより外部に排出される。一方、フロント側においては、ファン5の回転により、外気が吸気孔1aから軸方向に吸い込まれ、その後ファン5により遠心方向に曲げられて固定子巻線16のフロント側のコイルエンド群16aを冷却し、排気孔1bより外部に排出される。

【0041】このように、この実施の形態1によれば、固定子巻線16は、1本の素線30が、固定子鉄心15の端面側のスロット15a外で折り返されて、6スロット毎にスロット15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の第1乃至第4巻線31~34を有している。そして、第1巻線31（第3巻線33）を1スロットピッチで6本配列して構成された第1巻線群と、第1巻線31（第3巻線33）に対して電気角で180度ずれて反転巻装された第2巻線32（第4巻線34）を1スロットピッチで6本配列して構成された第2巻線群との対で構成された2組の巻線アセンブリ90A、90Bを用いている。そして、2組の巻線アセンブリ90A、90Bが固定子鉄心15に径方向に2列に巻装されている。

【0042】そこで、巻線アセンブリ90A、90Bを固定子鉄心15に2列に巻装することで、6相分の固定子巻線161が固定子鉄心15に巻装されることになり、組立性を著しく向上させることができる。また、2組の巻線アセンブリ90A、90B間の巻線結線が2カ所の隣接番地渡り結線（ C_{2-3} ）により行われ、1組の巻線アセンブリ90A内の巻線結線が1カ所の同一番地渡り結線（ C_{1-1} ）により行われているので、渡り結線部が極めて単純な構造となる。それにより、渡り結線のための素線30の引き回しや曲げ等の作業が著しく軽減され、結線作業性が大幅に向上される。また、各組の3相交流巻線160における各相の同一番地渡り結線（ C_{1-1} ）が周方向に8スロットピッチで設けられているので、各相の同一番地渡り結線を接触することなく配

置でき、結線作業性を向上できるとともに、コイルエンドの高さの増大を抑えることができる。また、固定子巻線16を構成する第1乃至第4巻線31~34はそれぞれ1本の素線30（連続線）により作製されているので、従来の固定子50のように、多数の短尺の導体セグメント54を固定子鉄心51に挿入し、かつ、端部54b同士を溶接、半田付け等により接合する必要がなく、固定子8の生産性を著しく向上させることができる。また、コイルエンドが素線30のターン部30aで構成されるので、コイルエンド群16a、16bにおける接合力所は第1乃至第4巻線31~34の端部同士の接合部および渡り結線接合部のみとなり、接合力所が著しく削減される。これにより、接合による絶縁被膜の消失に伴う短絡事故の発生が抑えられるので、優れた絶縁性が得られるとともに、高歩留まりが得られる。さらに、接合による絶縁被膜の消失に伴う耐腐食性の低下を抑えることができる。

【0043】また、素線30が断面矩形に形成されているので、接合部の接触面積を大きくでき、大きな接合強度が得られ、信頼性を向上させることができる。また、アーク溶接により接合しているため、大きな接合強度が得られ、信頼性を向上させることができる。また、同一番地渡り結線が渡り結線用金属製ターミナル102を用いて行われているので、渡り結線する巻線端同士を固定するクランプが不要となり、部品点数を削減することができる。また、渡り結線する巻線端の長さを短くでき、巻線端の引き回しや曲げ作業が著しく軽減される。また、各相の中性点が中性点結線用金属製ターミナル101を用いて行われているので、中性点を構成する巻線端同士を固定するクランプが不要となり、部品点数を削減することができる。また、中性点を構成する巻線端の長さを短くでき、巻線端の引き回しや曲げ作業が著しく軽減される。また、中性点引き出しリード101bが中性点結線用金属製ターミナル101に設けられているので、3相交流巻線160の中性点電流を出力するリードを新たに設ける必要がなく、結線作業性を向上させることができる。また、中性点結線用金属製ターミナル101と渡り結線用金属製ターミナル102とが絶縁性樹脂103により一体に形成されているので、1組の3相交流巻線160の結線作業においてターミナルを配置する工程が1回となり、作業工数を削減することができる。

【0044】また、連続線からなる2組の巻線アセンブリ90A、90Bを2列に並べて固定子鉄心15のスロット15aに挿入できるので、多数の導体セグメント54を1本ずつスロットに挿入する従来技術に比べて、作業性を著しく向上させることができる。また、固定子巻線のターン数を増やす場合、連続線からなる巻線アセンブリ90A、90Bを直線部30b同士を相対して揃えるようにして重ねて巻装することで容易に対応することができる。また、この実施の形態1による固定子8

は、連続線からなる巻線アセンブリ90A、90Bを直方体の鉄心36のスロット36aに開口部36bから挿入し、その後鉄心36を環状に丸めて作製することができる。そこで、鉄心36の開口部36bの開口寸法を素線30のスロット幅方法寸法より大きくすることができるので、巻線アセンブリの挿入作業性を高めることができる。また、鉄心36を環状に成形することで開口部36bの開口寸法を素線30のスロット幅方法寸法より小さくできるので、占積率が高められ、出力を向上させることができる。さらに、スロット数が多くなっても、固定子の生産性を低下させることはない。さらにまた、導体セグメント54のように固定子鉄心15の軸方向に沿ってスロット15a内に押し込む必要がないので、素線30の絶縁被膜の損傷が発生しにくく、高い歩留まりが実現できる。

【0045】このように構成された固定子8を交流発電機に搭載することにより得られる効果について以下に述べる。まず、コイルエンドが素線30のターン部30aで構成されるので、コイルエンド群16a、16bにおける接合力が著しく削減される。これにより、溶接による素線30の軟化がなく、固定子としての剛性が高くなり、磁気騒音を低減できる。また、コイルエンド群16a、16bは、ターン部30aを周方向に配列して構成されている。これにより、導体セグメント54の端部54b同士を接合している従来のコイルエンド群に比べて、コイルエンド群の固定子鉄心15の端面からの延出高さを低くできる。これにより、コイルエンド群16a、16bにおける通風抵抗が小さくなり、回転子7の回転に起因する風音を低減させることができる。また、コイルエンドのコイルの漏れリアクタンスが減少し、出力・効率が向上する。

【0046】また、4本の素線30がスロット15a内に径方向に1列に配列され、ターン部30aが周方向に2列に並んで配列されている。これにより、コイルエンド群16a、16bを構成するターン部30aがそれぞれ径方向に2列に分散されるので、コイルエンド群16a、16bの固定子鉄心15の端面からの延出高さを低くできる。その結果、コイルエンド群16a、16bにおける通風抵抗が小さくなり、回転子7の回転に起因する風音を低減させることができる。

【0047】また、固定子鉄心15の端面側で折り返されたターン部30aが6スロット離れた異なるスロット15a内に異なる層として配置された2つの直線部30bを直列に接続している。これにより、各相のコイルエンド間の干渉が抑えられ、固定子巻線の高占積化が図られるので、高出力化が実現される。また、各ターン部30aは容易に略同一形状に形成できる。そして、各ターン部30aを略同一形状に形成することで、即ちコイルエンド群16a、16bを構成するターン部30aを周方向で略同一形状に形成することで、コイルエンド群1

6a、16bの内径側端面における周方向の凹凸が抑えられるので、回転子7とコイルエンド群16a、16bとの間で発生する風騒音を低減させることができる。また、漏れインダクタンスが等しくなり、安定した出力が得られる。また、ターン部30aが周方向に離間し、かつ、ターン部30a間の空間が周方向に略同一に形成されているので、コイルエンド群16a、16b内への通風が容易となり、冷却性が高められるとともに、冷却風とコイルエンドとの干渉による騒音が低減される。また、各ターン部30aが略同一形状に形成されて周方向に整列されて配列されているので、各ターン部30aにおける放熱性が同等となり、さらにコイルエンド群16a、16bにおける放熱性が同等となる。それにより、固定子巻線16での発熱は、各ターン部30aから均等に放熱され、さらに両コイルエンド群16a、16bから均等に放熱されることになり、固定子巻線16の冷却性が向上される。

【0048】また、スロット15aの開口部15bの開口寸法が素線30のスロット幅方向寸法より小さく構成されているので、スロット15aから径方向内側への素線30の飛び出しが阻止されるとともに、開口部15bでの回転子7との干渉音も低減される。また、直線部30bが長方形断面に形成されているので、直線部30bをスロット15a内に収容したときに、直線部30bの断面形状がスロット形状に沿った形状となっている。これにより、スロット15a内における素線30の占積率を高めることが容易となるとともに、素線30から固定子鉄心15への伝熱を向上させることができる。また、素線30が長方形の断面形状に形成されているので、コイルエンドを構成するターン部30bからの放熱面積が大きくなり、固定子巻線16の発熱が効果的に放熱される。さらに、長方形断面の長辺を径方向と平行に配置することで、ターン部30b間の隙間を確保でき、コイルエンド群16a、16b内への冷却風の通風を可能にできるとともに、径方向への通風抵抗を低減することができる。ここで、この実施の形態1では、直線部30bが長方形断面に形成されているものとしているが、直線部30bの断面形状は、長方形断面に限らず、長方形の短辺を円弧とした長円形断面、長楕円断面等の略扁平形状であればよい。

【0049】また、回転子7の磁極数が16で、96個のスロット15aが固定子鉄心15に等角ピッチで形成されている。即ち、固定子巻線16が収容されるスロット数が毎極毎相当り2であり、互いに位相差をもって配置された2組の3相交流巻線160を有しているので、起磁力波形を正弦波形に近くすることができ、高調波成分を低減でき、安定した出力を得ることができる。また、図7に示されるように、第1乃至第4巻線31～34を直列に接続して構成された固定子巻線161が3本づつ星型結線されて2組の3相交流巻線160を構成

し、2組の3相交流巻線160がそれぞれ整流器12に接続され、さらに2つの整流器12の出力が並列に接続されている。これにより、2組の3相交流巻線160の直流出力を合成して取り出すことができ、低回転域での発電不足を解消することができる。また、3相交流巻線160の中性点(N)がダイオード29を介して整流器12の出力端子に接続されているので、中性点電圧の大きな変動を有効に利用して、2000~2500rpmを越す回転速度の領域における出力を向上させることができる。

【0050】また、コイルエンド群16a、16bは、高さが低く、接合部も少ないので、回転子7の回転により、ファン5により形成された冷却風とコイルエンド群16a、16bとの間の干渉音が小さい。両コイルエンド群16a、16bの形状が略等しく、かつ、ファン5が回転子7の両端部に設けられているので、両コイルエンド群16a、16bがバランス良く冷却され、固定子巻線温度が均一に、かつ、大きく低減される。ここで、ファン5は必ずしも回転子7の両端に設ける必要はなく、大きな発熱体である固定子巻線や整流器の配設位置を考慮して設ければよい。例えば、最大の発熱体である固定子巻線のコイルエンドは冷却速度の大きいファンの吐出側に配置し、整流器の配置されている側の回転子の端部にファンを配設することがよい。また、車両エンジンに取り付けられる場合、通常ブーリがクランクシャフトにベルトを介して連結されるので、ファンの冷却排出風がベルトに影響しないように、ファンを反ブーリ側に配設することがよい。なお、回転子の爪状磁極の型部も送風作用があり、冷却手段として用いることができる。

【0051】また、コイルエンド群16a、16bの内周側を構成する素線30の傾斜方向が平行となっているので、ケース3内の軸方向流れが素線30の傾斜に沿って旋回する。これにより、回転子7の回転によって生じる軸方向流れがコントロールされる。つまり、コイルエンド群16a、16bの内周側を構成する素線30が回転子7の回転方向成分と冷却風の軸方向流れ成分との合成方向に傾斜していれば、冷却風の軸方向流れが促進される。これにより、回転子コイル13が効率よく冷却されるので、回転子コイル13の温度が下がり、界磁電流が大きくなり、出力向上が望める。この場合、コイルエンド群16a、16bの内周側を構成する素線30が軸方向流れ成分に沿って傾斜しているので、干渉による風騒音も低減される。一方、コイルエンド群16a、16bの内周側を構成する素線30が回転子7の回転方向成分と冷却風の反軸方向流れ成分との合成方向に傾斜していれば、冷却風の軸方向流れが低減される。これにより、径方向の吐出側の風量が増加し、吐出側に配置されているコイルエンドの冷却性が向上される。

【0052】また、コイルエンドを含んだ固定子8の軸方向長さがポールコア20、21の軸方向長さより小さ

くなっているため、小型化が実現できる。また、ファン5が回転子7の両端部に設けられている場合、ファン吐出側にコイルエンドがないので、通風抵抗が著しく小さくなり、風騒音が低減されるとともに、整流器12等の冷却内蔵物の温度上昇を抑えることができる。

【0053】なお、上記実施の形態1では、中性点結線用金属製ターミナル101と渡り結線用金属製ターミナル102とが絶縁性樹脂103により一体に形成されているものとしているが、両ターミナル101、102は必ずしも一体に形成されている必要はない。この場合、ターミナルの設置が多くなる点を不具合があるが、他の点については同様の効果が得られる。また、上記実施の形態1では、各相の同一番地渡り結線を周方向に8スロットピッチで配列するものとしているが、各相の同一番地渡り結線は4n以上のスロットピッチに配列すれば互いの接触を回避することができる。なお、nは毎極毎相当りのスロット数である。

【0054】実施の形態2

図17はこの発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。図17において、スロット番号が1番、7番・・・91番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の67番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の61番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の61番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の55番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、さらに、スロット番号の61番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の55番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31~34が直列に接続されて、4ターンの1相分の固定子巻線161、即ちa相の巻線が形成される。この時、スロット番号の67番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の61番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが、a相の巻線の口出し線（Oa）および中性点（Na）となる。

【0055】同様に、スロット番号が3番、9番・・・93番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の63番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の57番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の57番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の51番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、さらに、スロット番号の63番の4番地

から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の57番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{4-4} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのb相の巻線が形成される。また、スロット番号の57番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aと、スロット番号の51番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aとが、b相の巻線の口出し線（Ob）および中性点（Nb）となる。

【0056】さらに、スロット番号が5番、11番・・・95番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の59番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の53番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の53番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の47番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、さらに、スロット番号の53番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の47番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのc相の巻線が形成される。また、スロット番号の59番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の53番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが、c相の巻線の口出し線（Oc）および中性点（Nc）となる。

【0057】このように形成されたa相の巻線およびc相の巻線における同一番地渡り結線 C_{1-1} は、結線番地が1番地であり、b相の巻線における同一番地渡り結線 C_{4-4} は、結線番地が4番地である。そして、各相の同一番地渡り結線は、スロット深さ方向にラップして設けられている。また、3つの口出し線Oa、Ob、Ocが10スロットピッチ内に設けられ、さらに、3つの中線点Na、Nb、Ncも10スロットピッチ内に設けられており、実施の形態1よりコンパクトになっている。

【0058】また、スロット番号が2番、8番・・・92番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してa'相の巻線が形成され、スロット番号が4番、10番・・・94番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してb'相の巻線が形成され、スロット番号が6番、12番・・・96番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してc'相の巻線が形成されている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0059】この実施の形態2によれば、3相交流巻線

の各相の同一番地渡り結線が、隣接する相間で異なる番地で行われ、かつ、4スロットピッチで配列されているので、結線作業性を向上できるとともに、コイルエンドの高さの増大を抑えることができる。また、同一番地渡り結線が4スロットピッチに配列されているので、上記実施の形態1に比べて結線作業領域を集中でき、結線作業性を向上できる。

【0060】なお、上記実施の形態2では、各相の同一番地渡り結線を周方向に4スロットピッチで配列するものとしているが、隣り合う相間で異なる番地で同一番地渡り結線を行い、かつ、各相の同一番地渡り結線を2n以上のスロットピッチに配列すれば互いの接触を回避することができる。なお、nは毎極毎相当りのスロット数である。

【0061】実施の形態3.

図18はこの発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。図18において、スロット番号が1番、7番・・・91番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の67番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の61番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の67番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の61番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{4-4} ）され、さらに、スロット番号の61番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の55番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンの1相分の固定子巻線161、即ちa相の巻線が形成される。この時、スロット番号の61番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の55番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが、a相の巻線の口出し線（Oa）および中性点（Na）となる。

【0062】同様に、スロット番号が5番、11番・・・95番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の59番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の53番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線（隣接番地渡り結線 C_{2-3} ）され、ついで、スロット番号の59番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の53番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{4-4} ）され、さらに、スロット番号の53番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の47番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線（同一番地渡り結線 C_{1-1} ）さ

れる。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのb相の巻線が形成される。また、スロット番号の53番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の47番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが、b相の巻線の口出し線(Ob)および中性点(Nb)となる。

【0063】さらに、スロット番号が3番、9番・・・93番のスロット群に巻装された素線群において、スロット番号の51番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の45番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、ついで、スロット番号の51番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の45番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{4-4})され、さらに、スロット番号の45番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aと、スロット番号の39番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{1-1})される。これにより、第1乃至第4巻線31～34が直列に接続されて、4ターンのc相の巻線が形成される。また、スロット番号の45番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の39番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが、c相の巻線の口出し線(Oc)および中性点(Nc)となる。

【0064】このように形成されたa相の巻線、b相の巻線およびc相の巻線では、各相当たり2カ所の同一番地渡り結線 C_{1-1} 、 C_{4-4} を有している。そして、各相の同一番地渡り結線 C_{1-1} が8スロットピッチに設けられ、各相の同一番地渡り結線 C_{4-4} が8スロットピッチに設けられている。また、3つの口出し線Oa、Ob、Ocが8スロットピッチに設けられ、さらに、3つの中線点Na、Nb、Ncも8スロットピッチに設けられている。

【0065】また、スロット番号が2番、8番・・・92番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してa'相の巻線が形成され、スロット番号が6番、12番・・・96番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してb'相の巻線が形成され、スロット番号が4番、10番・・・94番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してc'相の巻線が形成されている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0066】従って、この実施の形態3においても、3相交流巻線の各相の同一番地渡り結線が8スロットピッチで配列されているので、同一番地渡り結線を接触することなく配置することができる。

【0067】実施の形態4. 図19はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機における固定子巻線の1相分の結線状態を示す平面図である。図19において、1相分の固定子巻線161Aは、それぞれ1本の素線30からなる第1乃至第6巻線31～36から構成されている。そして、第1巻線31は、1本の素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の1番地と2番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第2巻線32は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の2番地と1番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第3巻線33は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の3番地と4番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第4巻線34は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の4番地と3番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第5巻線35は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の5番地と6番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第6巻線36は、素線30を、スロット番号の1番から91番まで6スロットおきに、スロット15a内の6番地と5番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。これにより、第1乃至第6巻線31～36は、それぞれ、1本の素線30を6スロット毎にスロット15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる1ターンの巻線を構成している。

【0068】そして、固定子鉄心15の一端側において、スロット番号の67番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の61番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の67番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の61番の5番地から延出する第5巻線35の巻線端35aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、ついで、スロット番号の61番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の55番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の61番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の55番の5番地から延出する第6巻線36の巻線端36aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、さらに、スロット番号の61番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の55番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{1-1})される。これにより、第1乃至第6巻線31～36が直列に接続されて、6ターンの1相分の固定子巻線161A、即ちa相の巻線が形成される。こ

の時、スロット番号の67番の6番地から延出する第5巻線35の巻線端35bと、スロット番号の61番の6番地から延出する第6巻線36の巻線端36bとが、固定子巻線161Aの口出し線(Oa)および中性点(Na)となる。

【0069】同様に、スロット番号が5番、11番・・・95番のスロット群に巻装された素線群において、図20に示されるように、スロット番号の59番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の53番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の59番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の53番の5番地から延出する第5巻線35の巻線端35aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、ついで、スロット番号の53番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の47番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の53番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の47番の5番地から延出する第6巻線36の巻線端36aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、さらに、スロット番号の53番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aと、スロット番号の47番の1番地から延出する第2巻線32の巻線端32aとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{1-1})される。これにより、第1乃至第6巻線31～36が直列に接続されて、6ターンのb相の巻線が形成される。この時、スロット番号の59番の6番地から延出する第5巻線35の巻線端35bと、スロット番号の53番の6番地から延出する第6巻線36の巻線端36bとが、b相の巻線の口出し線(Ob)および中性点(Nb)となる。

【0070】さらに、スロット番号が3番、9番・・・93番のスロット群に巻装された素線群において、図20に示されるように、スロット番号の51番の2番地から延出する第2巻線32の巻線端32bと、スロット番号の45番の3番地から延出する第4巻線34の巻線端34aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の51番の4番地から延出する第4巻線34の巻線端34bと、スロット番号の45番の5番地から延出する第6巻線36の巻線端36aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、ついで、スロット番号の45番の2番地から延出する第1巻線31の巻線端31bと、スロット番号の39番の3番地から延出する第3巻線33の巻線端33aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{2-3})され、スロット番号の45番の4番地から延出する第3巻線33の巻線端33bと、スロット番号の39番の5番地から延出する第5巻線35の巻線端35aとが渡り結線(隣接番地渡り結線 C_{4-5})され、さらに、スロット番号の45番の1番地から延出する第

2巻線32の巻線端32aと、スロット番号の39番の1番地から延出する第1巻線31の巻線端31aとが渡り結線(同一番地渡り結線 C_{1-1})される。これにより、第1乃至第6巻線31～36が直列に接続されて、6ターンのc相の巻線が形成される。この時、スロット番号の51番の6番地から延出する第6巻線36の巻線端36bと、スロット番号の45番の6番地から延出する第5巻線35の巻線端35bとが、c相の巻線の口出し線(Oc)および中性点(Nc)となる。

【0071】また、スロット番号が2番、8番・・・92番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してa'相の巻線が形成され、スロット番号が6番、12番・・・96番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してb'相の巻線が形成され、スロット番号が4番、10番・・・94番のスロット群に巻装された素線群において、各素線30を同様に結線してc'相の巻線が形成されている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0072】この実施の形態4では、2組の巻線アセンブリ90Aと1組の巻線アセンブリ90Bとを固定子鉄心15に径方向に3列に巻装している。そして、1カ所の同一番地渡り結線(C_{1-1})により1組の巻線アセンブリ90A内の巻線間を結線し、4カ所の隣接番地渡り結線(C_{2-3} 、 C_{4-5})により隣接する巻線アセンブリ90A間および巻線アセンブリ90A、90B間の巻線間を結線して6ターンの1相分の固定子巻線161Aを形成している。そして、3相交流巻線の各相の同一番地渡り結線(C_{1-1})が8スロットピッチで配列されている。そこで、この実施の形態4においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0073】実施の形態5。図21はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。図21において、固定子巻線のコイルエンドがエポキシ樹脂等の絶縁性樹脂104でモールドされ、巻線の各接合部が絶縁性樹脂104で埋設されている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0074】この実施の形態5によれば、第1乃至第4巻線31～34の端部同士の接合部、隣接番地渡り結線部および同一番地渡り結線部、さらにターミナル101、102が絶縁性樹脂104により埋設されているので、絶縁性が向上されるとともに、振動による接合部の外れが阻止され、信頼性が向上される。

【0075】なお、上記各実施の形態では、ファン5がケース3内に配設されているものとしているが、ファンは車両用交流発電機の外に回転子の回転に伴って回転するように設けてもよい。また、上記各実施の形態では、6ターン、4ターンおよび2ターンのものについて説明しているが、更に低速出力が要求される場合は、8ター

ンとしても良い。この場合でも、巻線アッセンブリ90を径方向に4列に並べて固定子鉄心15に挿入するだけで対応できる。むしろ、奇数のターン数でもよい。また、上記各実施の形態では、回転子コイルをブラケットに固定し、エアギャップより回転界磁を供給するタイプの車両用交流発電機にも適用できる。また、上記各実施の形態では、16極の磁極数に対して、固定子のスロット数を96スロットとしたが、12極の磁極数に対しては、3相で72個のスロット、20極の磁極数に対しては120のスロットを採用してもよい。また、毎極毎相1の場合は、16極の磁極数でスロット数48、12極の磁極数でスロット数36、20極の磁極数でスロット数60でもよい。また、上記各実施の形態では、固定子鉄心の外周鉄心をSPCC材の積層体として構成しているが、外装鉄心は一体物であるパイプ形状のものを用いてもよい。また、直方体の鉄心のスロットに巻線群を挿入した後、径方向からティース先端を加工治具を押し当て塑性変形させて、スロットの開口部を狭めてもよい。

【0076】また、上記各実施の形態では、爪状磁極を持つランデル型の回転子を用いるものとしているが、突極型の磁極を持つセーレント型の回転子を用いても、同様の効果が得られる。また、上記各実施の形態では、整流器が反ブリー側に配置され、ファンも回転子に対して同じ側に配置されているが、ファンをブリー側に配置してもよい。整流器の温度に特に問題がない場合は、ファンを反ブリー側に配置してもよい。固定子のコイルエンドの高さが低いために、ファンの通風路における吐出側の通風抵抗は著しく減少しているため、全体風量は増える。従って、整流器やブリーとファンとの位置関係は、エンジンの取り付け位置や、風騒音、磁気騒音、各部の温度状態を鑑みて、最適な位置を選択すればよい。また、上記各実施の形態では、素線を離間させて巻線を形成するようにしているが、素線は絶縁被膜を有しているので、素線を完全に密接させるように巻線を成形してもよい。この構成によれば、コイルエンドをさらに高密度化でき、寸法をさらに小さくできる。また、素線間の隙間を小さくすることによって、凹凸が少なくなるので、風騒音をさらに低減できる。また、素線間の接触により、巻線の剛性が高くなるので、振動による素線間や鉄心との短絡、さらには磁気騒音を低減できる。また、素線間の熱伝導性が良くなるので、素線の温度が均一となり、さらに固定子の温度が低減される。また、上記各実施の形態では、素線群の固定子鉄心への挿入時に、予め鉄心側にインシュレータを挿入しているが、素線群のスロット収容部にインシュレータを予め巻き付けて、鉄心に挿入するようにしてもよい。また、長尺のインシュレータを直方体の鉄心上に載置し、その上から素線群を挿入するようにして、インシュレータも同時にスロット内に収容するようにしてもよい。この場合、後工程で、突出したインシュレータを一括除去すればよい。さらに、

予め、素線群のスロット収容部を絶縁性樹脂でモールドしておいてもよい。この場合、量産性が格段に向上する。また、上記各実施の形態では、直方体の鉄心を丸めて作製した環状の鉄心を外装鉄心に挿入した後、焼きバメにより一体化するものとしているが、直方体の鉄心を丸めて作製した環状の鉄心を外装鉄心に圧入して一体化するようにしてもよい。

【0077】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0078】この発明によれば、軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる長尺の素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アッセンブリで構成され、上記巻線アッセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにずらされたパターンに形成された2本の上記素線を、互いの上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずつずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、上記巻線アッセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように、かつ、上記第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、上記固定子巻線は、毎極毎相n個のスロットを有する各相が電気角で120度位相差のある3相交流巻線に構成され、上記巻線アッセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とがそれぞれ同一番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が4n以上のスロットピッチで配置されている。これにより、コイルエンドにおける接合力が著しく低減され、耐腐食性および絶縁性が高められるとともに、複数の巻線を巻線アッセンブリとして一括して固定子鉄心に巻装でき、組立性および生産性が高められる。さらに、各相の同一番地渡り結線を接触することなく周方向に配置でき、コイルエンドの高さの増大を抑えることができる。

【0079】また、軸方向に延びるスロットが周方向に所定ピッチで複数形成された積層鉄心からなる円筒状の固定子鉄心と、連続線からなる素線が、上記固定子鉄心の端面側の上記スロット外で折り返されて、所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる複数の巻線からなる固定子巻線とを有し、上記複数の巻線は、複数本の上記素線を同時に折り畳んで形成された少なくとも1組の巻線アセンブリで構成され、上記巻線アセンブリは、直線部がターン部により連結されて所定スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う該直線部が該ターン部によりスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにならずにされたパターンに形成された2本の上記素線を、互いに上記所定スロットピッチずらして上記直線部を重ねて配列してなる素線対が、1スロットピッチずらされて上記所定スロット数と同数対配列されて構成され、上記巻線アセンブリは、上記固定子鉄心に装着されて、上記素線を上記所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにならして構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第1巻線群と、上記素線を所定スロット数毎に上記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るようにならして、かつ、上記第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで上記所定スロット数と同じ本数分配列されてなる第2巻線群との対を構成し、上記固定子巻線は、毎極毎相 n 個のスロットを有する各相が電気角で120度位相差のある3相交流巻線に構成され、上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線と上記第2巻線とが隣り合う相間で異なる番地で同一番地渡り結線により結線され、かつ、各相の上記同一番地渡り結線が $2n$ 以上のスロットピッチで配置されている。これにより、コイルエンドにおける接合力が著しく低減され、耐腐食性および絶縁性が高められるとともに、複数の巻線を巻線アセンブリとして一括して固定子鉄心に巻装でき、組立性および生産性が高められる。さらに、各相の同一番地渡り結線を接触することなく周方向に配置でき、コイルエンドの高さの増大を抑えることができる。さらにまた、各相の同一番地渡り結線の配置を集中でき、結線作業性を向上させることができる。

【0080】また、上記複数の巻線は複数組の上記巻線アセンブリで構成され、複数組の上記巻線アセンブリ内の同一相を構成する上記第1巻線群又は上記第2巻線群の同一巻線群内の巻線が隣接番地で渡り結線されているので、渡り結線のための素線の引き回しや曲げの作業が著しく軽減され、結線作業性が向上される。また、2組の上記巻線アセンブリが上記固定子鉄心に径方向に2列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第

2巻線を直列に結線して4ターンの巻線に構成されているので、各相4ターンの巻線からなる3相交流巻線を簡易に構成することができる。

【0081】また、上記3相交流巻線の各相は、2組の上記巻線アセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が2カ所の隣接番地渡り結線により結線され、かつ、一方の組の上記巻線アセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の同一番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されているので、渡り結線部が単純な構造となり、結線作業性を向上させることができる。

【0082】また、上記3相交流巻線の各相は、各組の上記巻線アセンブリ内の上記第1および第2巻線の巻線端がそれぞれ1カ所の同一番地渡り結線により結線され、かつ、2組の上記巻線アセンブリ間の上記第1および第2巻線の巻線端が1カ所の隣接番地渡り結線により結線されて4ターンの巻線に構成されているので、渡り結線部が単純な構造となり、結線作業性を向上させることができる。

【0083】また、3組の上記巻線アセンブリが上記固定子鉄心に径方向に3列に並んで巻装され、上記3相交流巻線を構成する各相が、同一スロット群に巻装された上記第1および第2巻線を直列に結線して6ターンの巻線に構成されているので、各相6ターンの巻線からなる3相交流巻線を簡易に構成することができる。

【0084】また、上記同一番地渡り結線が渡り結線用金属製ターミナルを用いて行われているので、結線する巻線端同士を固定するクランプが不要となり、部品点数を削減できるとともに、結線する巻線端の長さが短くなり、巻線端の引き回しや曲げ作業が軽減される。

【0085】また、上記3相交流巻線の中性点を構成する巻線端が中性点結線用金属製ターミナルを用いて結線されているので、結線する巻線端同士を固定するクランプが不要となり、部品点数を削減できるとともに、結線する巻線端の長さが短くなり、巻線端の引き回しや曲げ作業が軽減される。

【0086】また、中性点引き出しリードが上記中性点結線用金属製ターミナルに一体に形成されているので、3相交流巻線の中性点電流を出力するリードを新たに設ける必要がなく、結線作業性を向上させることができる。

【0087】また、上記渡り結線用金属製ターミナルと上記中性点結線用金属製ターミナルとが絶縁性樹脂により一体化されているので、交流結線作業におけるターミナルの配置工程が1回ですみ、作業工数を削減することができる。

【0088】また、上記第1および第2巻線の結線がアーク溶接により行われているので、大きな接合強度が得られ、信頼性を向上させることができる。

【0089】また、上記素線の断面形状が略扁平形状で

あるので、接合部の接触面積を大きくでき、接合強度を高めることができる。

【0090】また、上記固定子巻線のコイルエンドが絶縁性樹脂によりモールドされているので、接合部が絶縁性樹脂に埋設され、耐腐食性および絶縁性が高められるとともに、振動に起因する接合部の外れを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の構成を示す断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子の要部を示す正面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における固定子巻線の1相分の結線状態を説明する正面図である。

【図5】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。

【図6】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の固定子における3相交流結線用ターミナルを示す斜視図である。

【図7】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の回路図である。

【図8】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アセンブリの製造工程を説明する図である。

【図9】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アセンブリの製造工程を説明する図である。

【図10】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アセンブリを示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する巻線アセンブリを示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の要部を示す斜視図である。

【図13】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される固定子巻線を構成する素線の配列を説明する図である。

【図14】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の適用される固定子鉄心の構造を説明する図である。

【図15】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機の適用される固定子の製造工程を説明する工程断面図である。

【図16】 この発明の実施の形態1に係る車両用交流

発電機の適用される固定子の製造工程を説明する工程断面図である。

【図17】 この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。

【図18】 この発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。

【図19】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機における固定子巻線の1相分の結線状態を説明する正面図である。

【図20】 この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機における固定子巻線の3相分の結線状態を説明する正面図である。

【図21】 この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機における固定子を示す斜視図である。

【図22】 従来の車両用交流発電機の固定子の要部を示す側面図である。

【図23】 従来の車両用交流発電機の固定子に適用される導体セグメントを示す斜視図である。

【図24】 従来の車両用交流発電機の固定子の要部をフロント側から見た斜視図である。

【図25】 従来の車両用交流発電機の固定子の要部をリヤ側から見た斜視図である。

【符号の説明】

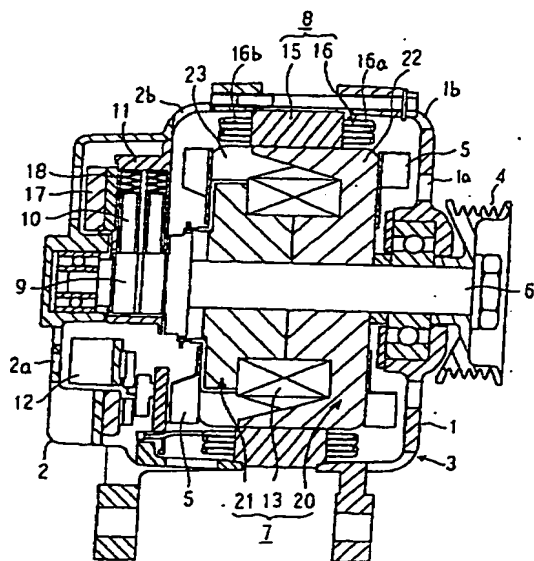
8 固定子、15 固定子鉄心、15a スロット、16 固定子巻線、30 素線、31 第1巻線、32 第2巻線、33 第3巻線、34 第4巻線、35 第5巻線、36 第6巻線、90、90A、90B 巻線アセンブリ、100 3相交流結線用ターミナル、101 中性点結線用金属製ターミナル、101b 中性点引き出しリード、102 渡り結線用金属製ターミナル、103 絶縁性樹脂、104 絶縁性樹脂、160 3相交流巻線、C₁₋₁、C₄₋₄ 同一番地渡り結線。

【要約】

【課題】 この発明は、耐腐食性および絶縁性が高められ、かつ、組立性および生産性が向上されるとともに、同一番地渡り結線部の接触をなくした交流発電機の固定子を得る。

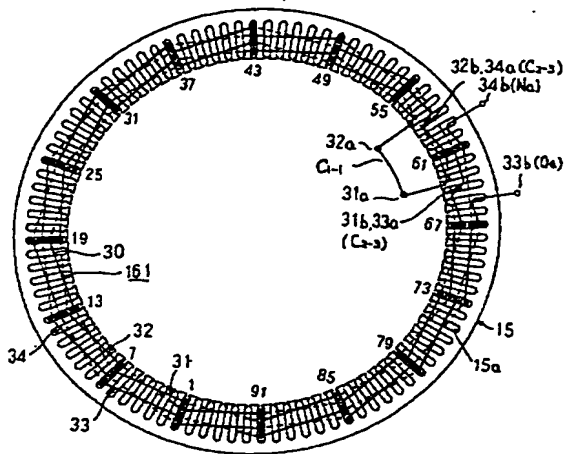
【解決手段】 固定子巻線は、素線30を6スロット数毎にスロット15a内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装して構成された1ターンの第1巻線が1スロットピッチで6本配列されてなる第1巻線群と、素線30を第1巻線と電気角で180度ずらして反転巻装して構成された1ターンの第2巻線が1スロットピッチで6本配列されてなる第2巻線群との対で構成された2組の巻線アセンブリを有し、巻線を交流結線して2組の3相交流巻線に構成されている。そして、各組の3相交流巻線の同一番地渡り結線(C1-1)が8スロットピッチに配置している。

【図1】



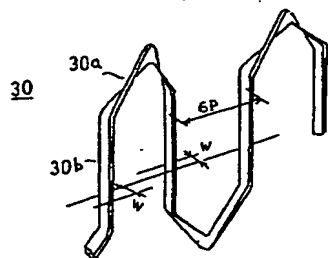
- 8 : 固定子
15 : 固定子鉄心
16 : 固定子巻線

【図4】

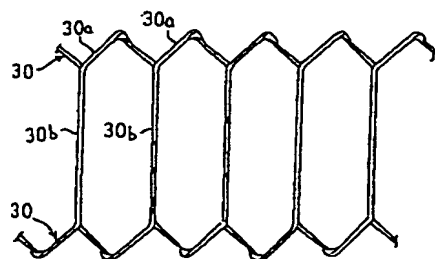


- 31 : 第1巻線 32 : 第3巻線
32 : 第2巻線 34 : 第4巻線

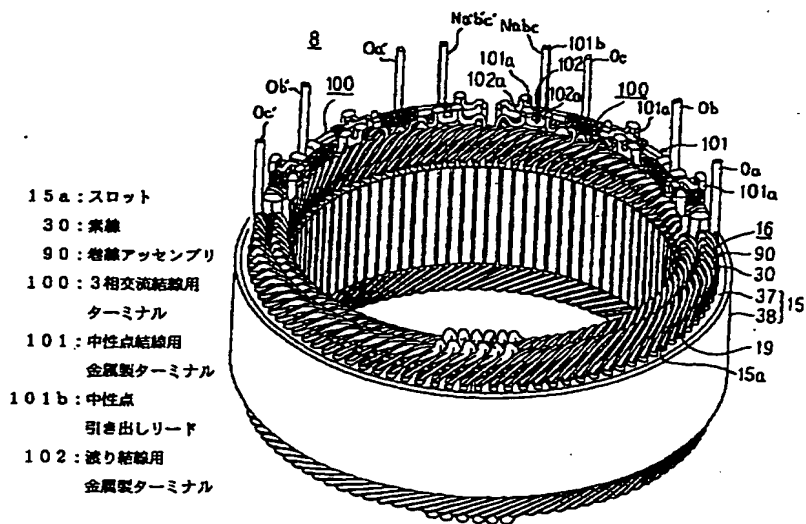
【図12】



【図13】

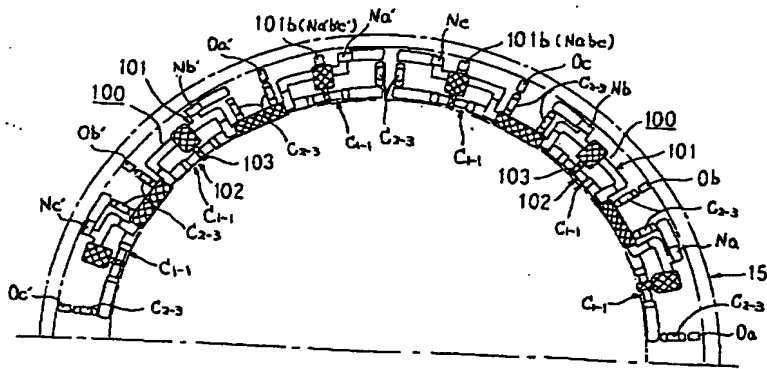


【図2】



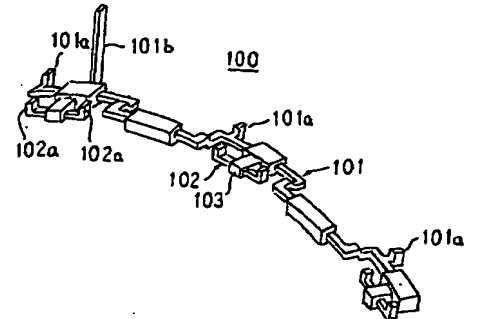
- 15a : スロット
30 : 素線
90 : 巻線アセンブリ
100 : 3相交流結線用
ターミナル
101 : 中性点結線用
金属製ターミナル
101b : 中性点
引き出しリード
102 : 波り結線用
金属製ターミナル

【図 3】

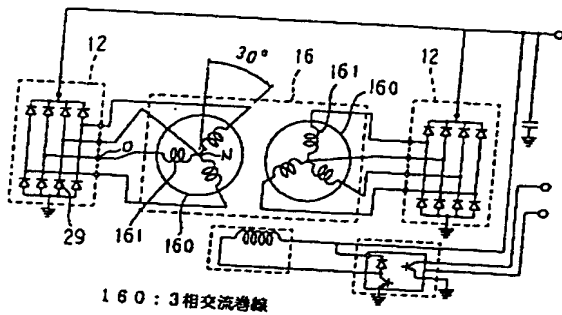


103: 絶縁性樹脂 C₁₋₁: 同一番地渡り結線

【図 6】

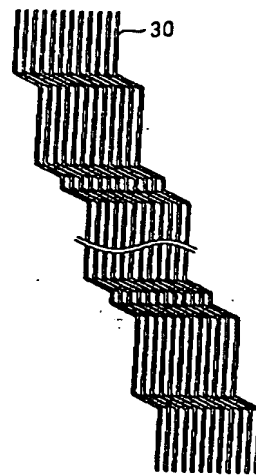


【図 7】

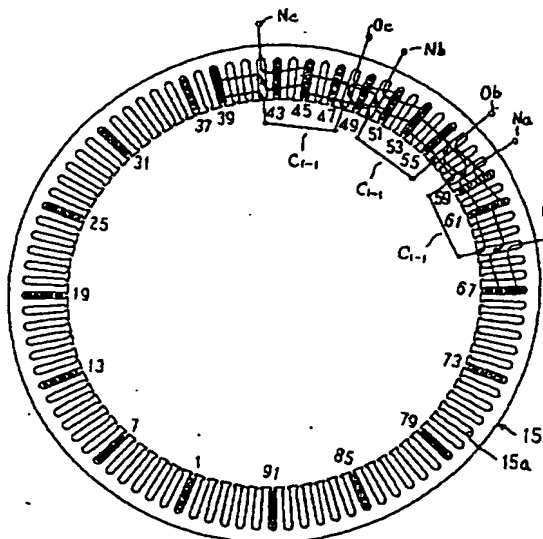


160: 3相交流巻線

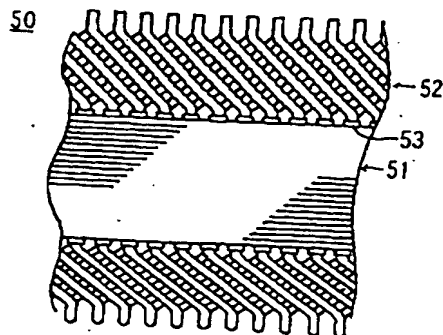
【図 8】



【図 5】

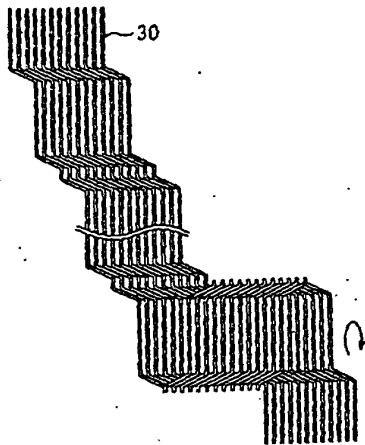


【図 22】

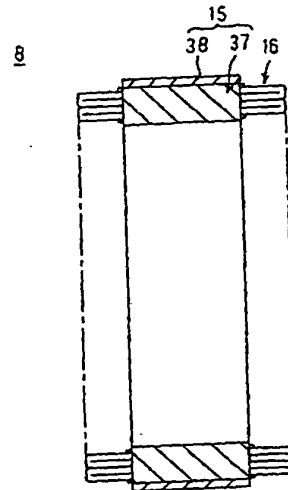


特許特-03155534

【図 9】



【図 16】



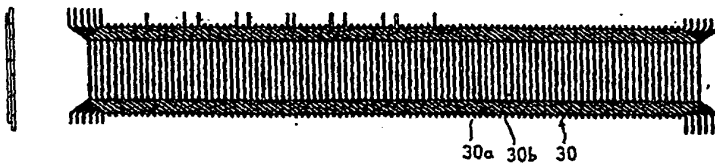
【図 10】

(a)

(b)

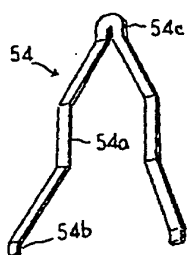
90A

90A

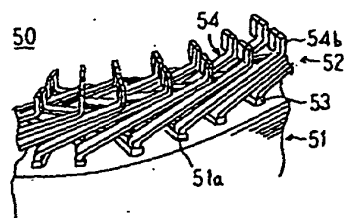


90A:巻線アセンブリ

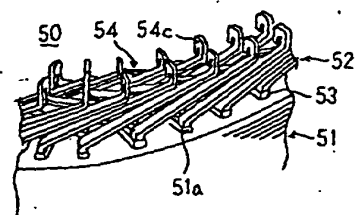
【図 23】



【図 24】

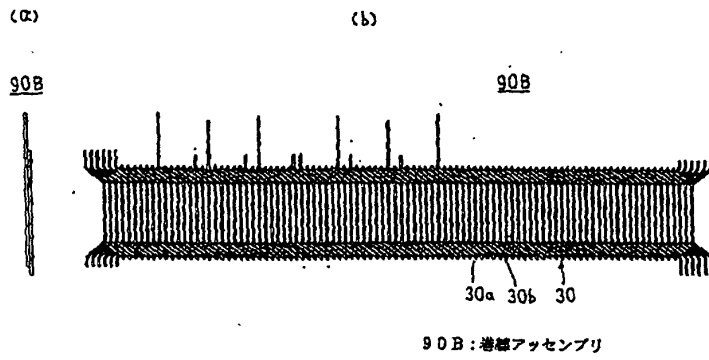


【図 25】

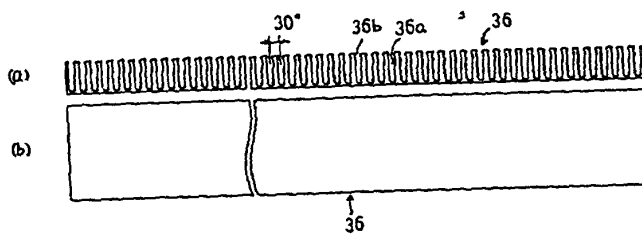


特許特-03155534

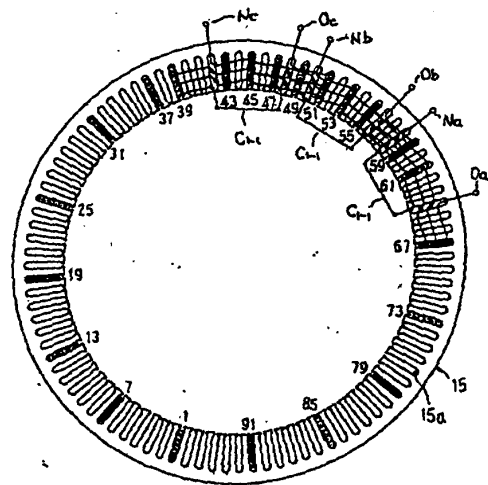
【図11】



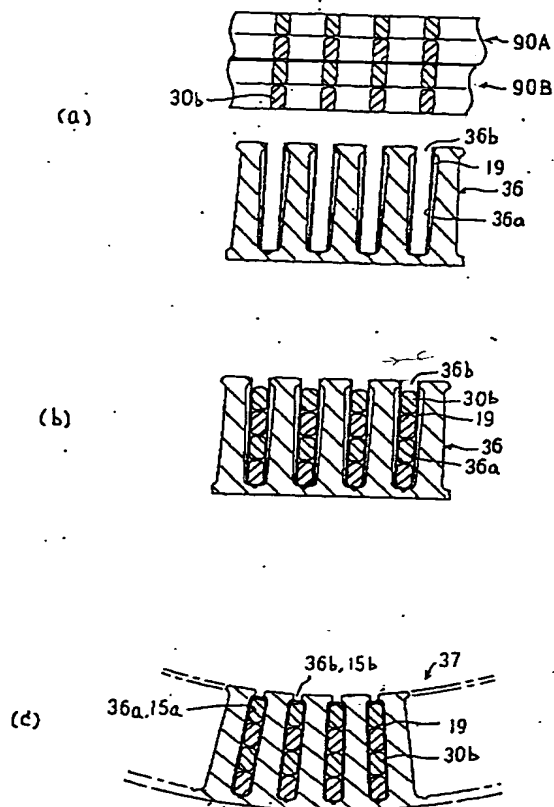
【図14】



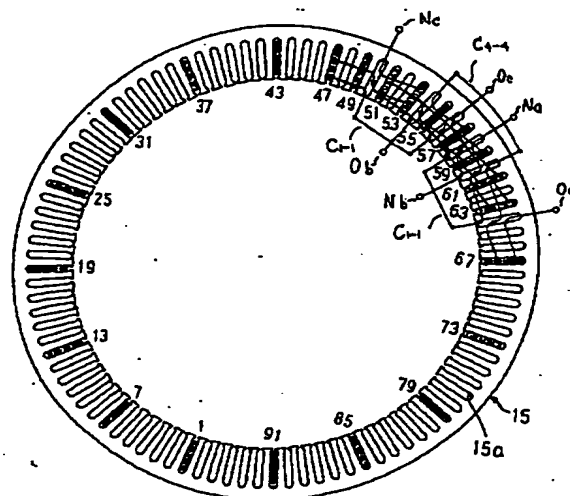
【図20】



【図15】



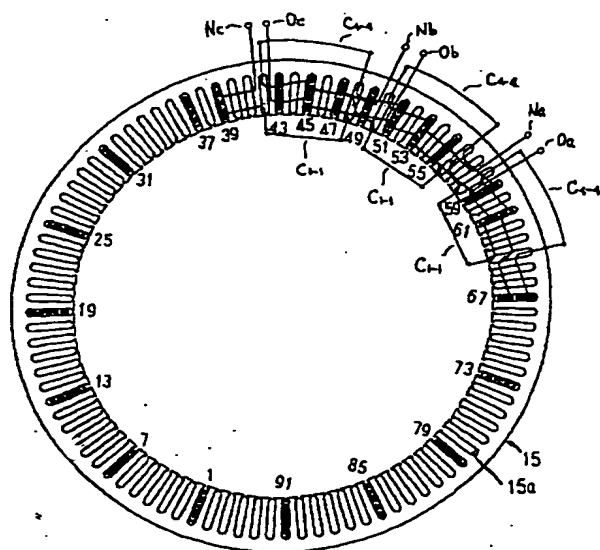
【図17】



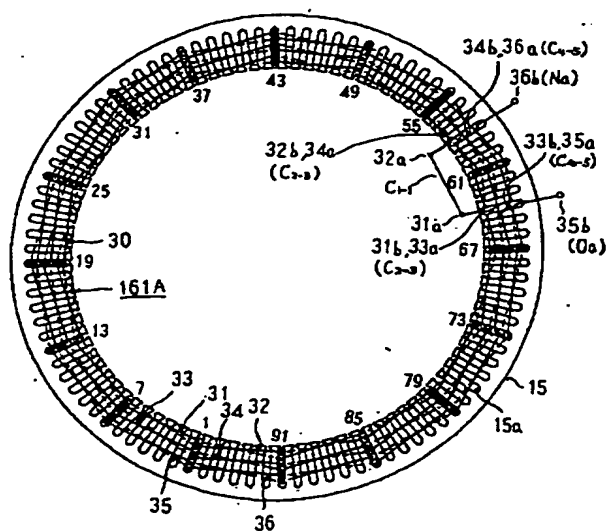
C₁₋₁ : 同一番地波り結線



【図18】

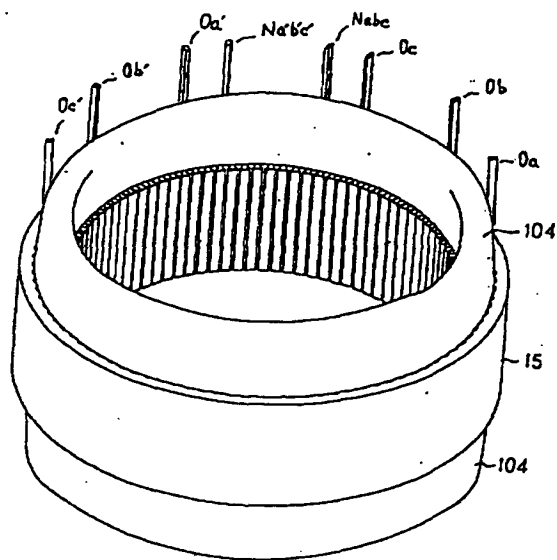


【図19】



35 : 第5巻線 36 : 第6巻線

【図21】



104 : 絶縁性樹脂

フロントページの続き

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB名)

H02K 3/00 - 3/52

H02K 19/22

